



# TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME DERGİSİ



## Toprak Kimyası'nın Dünü, Bugünü ve Geleceği

Necat Ağca \*

Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Hatay

### GİRİŞ

Bilindiği gibi, toprak bilimi; toprakların yapısını, oluşumunu, dağılımını, fiziksel, kimyasal, biyolojik ve mineralojik özelliklerini inceleyen bir bilim dalıdır. Bu nedenle toprak bilim dalının toprak kimyası, toprak fiziki, toprak mineralojisi, toprak biyolojisi ve toprak etüt haritalama gibi alt disiplinleri bulunmaktadır.

Toprak kimyası; toprak bilim dalının, toprağın kimyasal bileşimi, kimyasal özellikleri ve kimyasal reaksiyonları ile ilgilenen bir koludur. Toprak kimyası; genel anlamda toprağın kimyasal yapısını ve toprakta oluşan kimyasal olayları inceler. Bu olayların bitkisel üretime etkilerini ortaya koyar. Toprağın inorganik ve organik bileşenleri, iyon değişimi, toprak reaksiyonu (pH), bitki besin maddelerinin topraktaki hareketleri ve katıldıkları reaksiyonlar, toprakların tuzlanması, alkalileşmesi, toprakta oluşan oksidasyon, redüksiyon, koagülasyon gibi kimyasal ve fizikokimyasal olaylar ve bitki koruma ilaçları gibi çevre kirleticilerinin topraktaki davranışları, toprak kimyasının önemli çalışma konularından bazılarıdır.

Ayrıca, toprak kimyası disiplini içerisinde, toprakların kimyasal özelliklerini ortaya çıkarmaya yönelik analiz yöntemlerinin geliştirilmesi ve var olan analiz yöntemlerinin modifikasyonu gibi konularında da bilimsel araştırmalar yürütülmektedir

### TOPRAK KİMYASININ GELİŞİMİ

Toprak kimyasının disiplin olarak ortaya çıkması, toprakların çözeltileri değiştirme yeteneği ile ilgili deneylerin ilk kez gözlemlenmesi ile başlamıştır. Daha sonra 1819 yılında İtalyan kimyacı Gazzeri; sıvı gübrelerin kil parçacıkları üzerinden geçirildiğinde, çözünebilir madde kaybı olmaksızın renginin değiştiğini gözlemlemiştir. Huxtable adlı araştırmacı tarafından 1848 yılında yapılan benzer bir çalışmada, toprakların aynı zamanda sıvı gübrelerin kokusunu da giderdiğini belirlemiştir (Soonn ve ark., 2011). Toprak Kimyacılarının, toprakları kimyasal açıdan düzenli olarak incelemesi ise 1850'lerin başında İngiltere'deki kraliyet tarımsal topluluğuna danışmanlık yapan J. Thomas Way'in araştırmaları ile başlamıştır. Toprak kimyasının babası olarak tanınan Way, toprakların iyon değişimi konusunda çok değerli araştırmalar yapmıştır. Bu çalışmalar sırasında, toprakların hem katyon hem de anyon adsorbe edebildiğini ve bu iyonların diğer iyonlarla değişim yapabildiğini bulmuştur. Bunun yanı sıra, iyon değişiminin hızlı olduğunu, killerin katyonların adsorpsiyonunda en önemli toprak bileşeni olduğunu,

\* Dr. Necat Ağca, Türkiye Toprak Bilimi Derneği, Toprak Kimyası Komisyon Başkanı  
Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü 31040 Serinyol, Hatay  
Tel : 0 326 2455845 E-mail: [nagca@mku.edu.tr](mailto:nagca@mku.edu.tr)

toprakların ısıtılmasının veya onların kuvvetli asit ile muamele edilmesinin, toprakların iyon adsorpsiyon yeteneklerinin azalttığını da belirlemiştir. Way'in çalışmaları çoğu, daha sonra toprak kimyacıları tarafından yürütülen iyon değişimi ve sorpsiyonu konusunda yeni ufuklar açan bir çok çalışmanın temelini oluşturmuştur. Way'in çalışmaları kimya mühendisliği ve kimyayı içeren diğer disiplinler üzerinde de büyük etkilere sahiptir. İyon değişimi konusundaki çalışma, Toprak Kimyasının gelişimine gerçekten katkı veren büyük çalışmalardan biridir (Sparks, 2001).

Way'in bulguları ile topraklardaki iyon değişimi çalışmalarında büyük bir patlama yaşanmıştır. F. Stohmann ve W. Henneberg adlı araştırmacılar ilk kez adsorpsiyon izotermelerini geliştirmişlerdir. Bu izotermeler bugün bile hala toprak kimyacıları arasında popüleritesini sürdürmektedir. 1859'da Samuel Johnson bu izotermeleri kullanarak hem organik maddenin  $NH_4^+$  iyonlarını adsorbe etme yeteneğinin, hem de bu yeteneğin killerden önemli miktarda daha fazla olduğunu belirlemiştir. Üstelik, Johnson topraklarda çoğu bitki besin maddesi olan iyonların adsorbsiyonunun sabit değil değişebilir olduğunu da ortaya koymuş ve bunu bazların değişimi olarak adlandırmıştır. 1888'de Van Bemmelen katyon değişiminin sadece to  $Ca^{2+}$  iyonları ile sınırlandırılmayacağını, aynı zamanda  $Na^+$  iyonlarını da kapsadığını bulmuştur. Bu tür deneyimler temel çalışmalara katkı sağlamaktadır. Bu gün bu kavram çoğunlukla katyon değişim kapasitesi olarak adlandırılmaktadır (Soonn ve ark., 2011).

20. yüzyıl ile birlikte, iyon değişim reaksiyonlarının fiziksel ve kimyasal mekanizmaları konusundaki çalışmalar artmıştır. Topraklarda değişim reaksiyonlarının kinetiği K.K. Gedroiz ve D.J. Hissink adlı araştırmacılar tarafından ayrı ayrı araştırılmıştır. İyon değişim reaksiyonlarının tanımlamasında yapılan ilerlemeler arasında, deneysel analizler ile değişim dengesinin sayısal olarak yorumlanması da bulunmaktadır. Konu ile ilgili ilk yaklaşımlardan biri, 1931 de Weigner tarafından kullanılan, değişim izotermelerinin tanımlamak için Freundlich adsorpsiyon izotermine modifiye edilmesidir. 1932 yılında Albert Vanselow, H. Kerry'nin 1928 de geliştirdiği eşitliğini temel alarak yeni bir iyon değişim eşitliğini geliştirmiştir. Rus bilimci E.N. Gapon ise 1933 yılında, toprakta me/100 g birimi ile ifade edilen toprak değişim fazını açıklayan ve nispeten basit bir değişim denklemi geliştirmiştir. Basitliği nedeniyle, Gapon eşitliği, bu gün bile en popüler değişim eşitliği olarak görülmektedir (Soonn ve ark., 2011).

Toprak Kimyası alanında yapılan önemli çalışmalardan biri de, Hendricks ve arkadaşları ile Kelley ve arkadaşları tarafından topraktaki kil minerallerinin kristalin yapıda olduğunun bulunmasıdır. Bu buluştan sonra yapılan çalışmalar X-ray cihazı ile kil minerallerinin teşhisi ve bunların yapısının belirlenmesi üzerinedir. Bu aşamadan sonraki çalışmalar, katyon ve anyonların killer, oksitler ve toprakta tutulmaları ve bunların tutulma mekanizmaları üzerine olmuştur. Özellikle, Schofield ve Samson (1953) ve Mehlich (1952) tarafından yapılan ve Sante Mattson'un (Mattson, 1928) sorpsiyon konusundaki ilk teorilerini doğrulayan çalışmalar önemlidir. Bu çalışmalar, aynı zamanda toprakların yüzey kimyası gibi önemli bir konuyu da habercisi (öncüsü) olmuştur. Toprak kimyasında yapılan en ilginç ve önemli çalışmalardan biri de toprak asitliğinin kimyasıdır. Asitliğin esas olarak hidrojen mi yoksa alüminyumdan mı kaynaklandığı konusunda şiddetli tartışmalar olmuş ve geçen yüzyılda bu konu ile ilgili birçok temel araştırma yapılmıştır. Bunların önemlileri; Coleman ve Thomas (1967) ve Rich ve arkadaşları (Rich and Obenshain, 1955; Hsu ve Rich, 1960) tarafından yapılan çalışmalardır. Bu çalışmalar sonucunda; toprak asitliğinin birinci derece üç değerli tek alüminyum ile birden fazla alüminyum içeren hidrositlerinden kaynaklandığı belirlenmiştir (Sparks, 2003).

Toprak kimyası 1960'ların sonuna kadar toprak oluşumuna katkı sağlayan veya bitki gelişimini etkileyen kimyasal reaksiyonlara odaklanmıştır. O zamandan sonra, çevre kirliliği, organik ve inorganik toprak kirleticiler ve potansiyel ekolojik yaşam ve çevresel yaşam riski konuları ile ilgilenmeye başlamıştır. Bu nedenle, toprak kimyası toprak oluşumu ve tarımsal toprak biliminden, çevresel toprak kimyasına doğru yön değiştirmiştir. Çevresel toprak kimyası, çevredeki kirleticilerin potansiyel toksisitesi, akıbeti ve hareketliliği gibi konuların önceden tahmini ve yorumları ile ilgilenmektedir. Çevresel kirleticilerin büyük çoğunluğu önce toprağa bırakılmaktadır. Kimyasallar toprağa bırakıldığında, kirleticiliğini azaltan veya artırabilen kimyasal reaksiyonlar olmaktadır (Anonymous, 2011).

Çevresel toprak kimyasının en önemli çalışma konuları ise; ağır metallerin topraklardaki miktarı ve mekanizmaları, oksianyonlar, radyonükleitler, pestisitler ve diğer organik kimyasallar ile toprak ve toprak bileşenleri ile interaksiyonları, hareketli kolloidlerin kirleticilerin taşınımına etkisi, topraklardaki alüminyumun çevresel kimyası, Asit yağışlarının toprakların kimyasal süreçlerine etkisi, topraklar ve inorganik ve organik kirleticilerde oksidasyon-redüksiyon, biyokatılar, gübreler, endüstriyel ürünler ile topraklar arasındaki kimyasal etkileşimler olarak sıralanmaktadır (Anonymous, 2011). Çevresel toprak kimyası disiplini ayrıca, kirlenmiş toprakların iyileştirilmesi hakkındaki etkili seçimlerin doğruluğu ve maliyetinin yapılması konularıyla da ilgilenmektedir.

Bu günün toprak kimyacıları üçüncü jenerasyon olarak tanımlanmaktadır. Bu sıralamada, 19. yüzyılın toprak kimyacıları öncü veya 20. yüzyılın başındaki ilk jenerasyon olarak tanımlanmaktadır. İkinci jenerasyon ise esas olarak 20. yüzyıl içinde çalışmalarını yürüten toprak kimyacılarıdır. Orta kuşak olarak da tanımlanan ikinci jenerasyon, toprak yüzeyi değişken yüklerinin doğası, toprak çözeltisi ve toprak yüzeyi termodinamiği ve tek iyon aktivite katsayıları, toprak-çözelti kimyasının simülasyonları gibi konulardaki toprakla ilgili bilgilerimizi büyük ölçüde geliştirmiştir. Üstelik bu jenerasyon, su moleküllerinin toprak mineral yüzeylerinde nasıl tutulduğunu, suyun toprak mineral yüzeyleri ile temas ettiğinde suyun özelliklerinin nasıl değiştiğini ve organik bileşiklerin toprak mineral yüzeyleri arasındaki reaksiyonların nasıl olduğunu incelemişler ve bu konudaki bilgilerimizi düzeltmişlerdir. Son iki yüzyıl içinde, toprak kimyası bilimsel ve önemli bir disiplin olarak gelişmiştir. J. Thomas ile başlayan basit baz değişim çalışmaları, toprak asitliği, iyon değişimi ve iyonların topraklar tarafından tutulması ile kil mineralleri, hidroksitler gibi toprak bileşenleri on yıllardır toprak kimyacılarının temel araştırma konularını oluşturmuştur. (Soonn ve ark., 2011).

21. yüzyılda toprak kimyasının ana konusu topraklardaki kimyasal reaksiyon ve işlemlere biyolojik etkilerin belirlenmesi çalışmaları olacaktır. Bu tür çalışmalar, toprak kimyacılarına kendi deneyimlerini moleküler biyologların deneyimleri ile birleştirme ve kaynaştırma fırsatı sağlayacaktır. Ayrıca, toprak kimyacılarının çoklu donanımları, makroskopik yaklaşımlar ile moleküler düzeydeki tekniklerin kombinasyonunu ve toprak kimyasındaki kompleks sorunların çözümü için bilişimsel modellerinin de kullanması gerekecektir (Sparks, 2001).

## SONUÇ

Dünyada çok hızlı bir şekilde gelişen toprak kimyası disiplini maalesef Türkiye’de gereken ilgiyi görememiştir. Şu anda Türkiye’de pür toprak kimyası çalışan öğretim üyelerinin sayısı oldukça azdır. Oysa, bu bilim dalı toprak biliminin hemen hemen diğer tüm dallarının kullandığı bilgileri üretmektedir. Toprak kimyasına ilginin az olması büyük olasılıkla, toprak kimyası bilim dalındaki araştırma konularının biraz zor ve zaman alıcı olmasıdır. Aslında, çok zevkli çalışma konuları olan toprak kimyası disiplini genç toprak bilimcilere sevdirmek durumundayız.

Toprak kimyacıları, kendi bilim alanının geleceğine bakmak durumundadır. Toprak kimyası uzmanlarının biyokimya, organik kimya ve kimyanın temel prensiplerini daha fazla incelemek ve özümsemek ve büyük ilerlemeler kazanmak için yaratma gücünü ve kapasitelerini geliştirmelidir. Toprak kimyasının geleceği fazlasıyla parlaktır. Ancak, majör araştırmalarda başarılı olmak için multi disiplinler ve çok yönlü yaklaşımların uygulanması gerekir. Toprak kimyacıları yoğun bir şekilde diğer toprak bilimciler, jeokimyacılar, kimyacılar, biyologlar, mühendisler ve denizbilimciler ile işbirliği yapmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Anonymous, 2011 . Soil chemistry ([http://en.wikipedia.org/wiki/Soil\\_chemistry](http://en.wikipedia.org/wiki/Soil_chemistry)).
- Soonn, L.S., Chappeu, M.A., Evanglou, V.P., 2011. A brief history of soil chemistry. (<http://www.agron.iastate.edu/soilchemistry/History%20of%20Soil%20Chemistry.htm>)
- Sparks, D.L., 2001. Elucidating the fundamental chemistry of soils: past and recent achievements and future frontiers. *Geoderma*, 100: 303-319.
- Sparks, D.L., 2003. *Environmental Soil Chemistry*. Second Edition. Academic Press. 352 p.